

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 0 日
Date of Application:

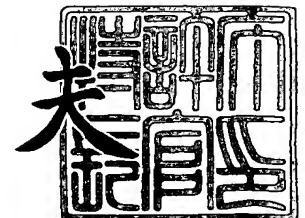
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 6 9 6 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 3 6 9 6 0]

出 願 人 株式会社東芝
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A000204717

【提出日】 平成14年11月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 プラズマ処理装置、プラズマ処理方法及び半導体製造装置

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

 【氏名】 大内 淳子

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

 【氏名】 大岩 徳久

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

 【識別番号】 100084618

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置、プラズマ処理方法及び半導体製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ処理に供される被処理基体が収容される容器と、この容器内に水素を含むガスを導入する手段と、前記容器内で放電を生起してプラズマを生成する手段と、前記容器内の一部に設けられた、水素原子と還元反応を生じる金属酸化物構造体とを具備してなることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記金属酸化物構造体は、少なくとも表面に Cu 酸化物又は Ag 酸化物を有するものであることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記金属酸化物構造体は、金属構造体の表面に Cu 又は Ag がコーティングされたものであることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記金属酸化物構造体は、前記プラズマに近接する位置で、且つ前記プラズマからのイオンが照射されない位置に設けられていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記金属酸化物構造体は、前記容器の内面にリング状に設けられていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記容器内に導入する水素原子を含むガスは、 H_2 、 NH_3 、 CH_4 から選ばれた少なくとも一つであることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

前記被処理基体は、低誘電率絶縁膜上にレジストのパターンが形成され、該レジストパターンをマスクに低誘電率絶縁膜が選択エッチングされたものであり、前記プラズマ処理によりレジストのアッシングが行われることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】

前記放電を生起してプラズマを生成する手段は、前記被処理基体が載置される電極と該電極に対向する対向電極との間に電氣的に接続される高周波電源であることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

プラズマ処理に供される被処理基体が収容される容器と、この容器内に所定のガスを導入する手段と、前記容器内で放電を生起してプラズマを生成する手段と、前記容器内のプラズマ中の水素原子による発光の強度をモニタする手段と、を具備してなることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 10】

表面にレジストパターンを有する被処理基体が収容された容器内に所定のガスを導入すると共に、該容器内で放電によるプラズマを生成し、被処理基体のレジストパターンをアッシングするプラズマ処理方法であって、

初期状態からの水素原子の発光強度の変動をフォトセンサでモニタし、このモニタ出力に基づいて前記レジストのアッシングレートの変動又は前記容器の洗浄タイミングを検出することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 11】

レジストをマスクに低誘電率絶縁膜のパターン加工が施された被処理ウェハに対し、プラズマ処理を施してレジストをアッシングするための半導体製造装置であって、

前記被処理ウェハが収容される容器と、この容器内に水素を含むガスを導入する手段と、前記容器内で放電を生起すると共にガスを励起してプラズマを生成する手段と、前記容器内の一部に設けられた、水素原子と還元反応を生じる金属酸化物構造体とを具備してなることを特徴とする半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、被処理基体の表面に対してプラズマ処理を施すためのプラズマ処理技術に係わり、特にレジストのアッシング等 に供されるプラズマ処理装置及びプ

ラズマ処理方法、更には半導体製造装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、半導体装置の微細化、高速化に伴い、配線間寄生容量と配線抵抗による信号伝達遅延が問題となっている。配線間寄生容量の低減のため、有機シリコン酸化膜や有機膜などの低誘電率絶縁膜（low-k 膜）を層間膜として用いることが検討されている。

【0 0 0 3】

しかしながら、層間膜加工後のレジスト剥離を従来から用いられている O_2 プラズマ処理で行うと、開口部に露出した低誘電率絶縁膜は O ラジカルにより容易に酸化される。その結果、低誘電率絶縁膜中の有機成分が揮発して表面に変質層が形成され、この変質層が吸湿して誘電率が高くなるという問題があった。

【0 0 0 4】

変質層を低減させるためには、 O ラジカル量を極力減らしイオンのみでレジストアッシングを行うことが望ましい。そのため、プラズマ処理装置としては、通常のレジストアッシングに用いられるダウンフロータイプよりも R I E 装置の方が適している。しかし、R I E 装置を用いたとしても完全に O ラジカルを無くすことは不可能であり、 O ラジカルは僅かな量でも変質層を形成させてしまう。そのため、 O_2 以外のプラズマ処理でレジスト剥離を行う方法が検討されている。

【0 0 0 5】

O_2 以外のガスを用いたレジストアッシングとしては、 H_2 , N_2 , NH_3 といった水素原子や窒素原子を含むガス、或いはこれらのガスを含む混合ガスのプラズマを用いる方法がある。このようなガスのプラズマをレジスト剥離に用いることによって、低誘電率絶縁膜に形成される変質層を、 O_2 プラズマ処理による変質層と比べ大幅に低減することができた（例えば、特許文献 1 参照）。

【0 0 0 6】

しかし、本発明者らの実験によれば、このような方法を用いても変質層は完全にはなくなることが分かった。その理由として、水素原子を含むガスを用いたプラズマ中に発生する H ラジカルが低誘電率絶縁膜中の有機成分を還元反応に

より揮発させてしまい、処理後大気に晒されることにより酸化し、結果的にOラジカルと同様の変質層を形成させたと考えられる。Hラジカルは水素原子を含まないガスプラズマを用いてレジスト剥離を行ったとしても、レジスト材料に水素原子が含まれているためにプラズマ中に必ず生成される。このように、HラジカルはOラジカルほどではないが、低誘電率絶縁膜と反応し変質層を形成させ誘電率を上昇させるという問題がある。

【0007】

また、もう一つの問題として、プラズマ処理装置のレジストアッシングレート変動がある。プラズマ処理を行う処理容器内には、レジストとの反応生成物やウェハから持ち込まれた金属不純物などの揮発されにくい物質が蓄積される。特に、Cu配線を有するウェハのレジストアッシング処理においては、ウェハ上にCu残留物が付着している可能性があり、アッシングの際にCuがスパッタされ処理容器内に付着する。処理容器内にCuが付着すると付着CuによりHラジカルが消費され、レジストのアッシングレートを低下させることになる。

【0008】

処理容器内への蓄積物質の付着によりアッシングレートが大きく低下したら、容器内の洗浄を行う必要があるが、このためにはアッシングレートの変動をリアルタイムで検出する必要がある。被処理基体の表面状態からレジストのアッシング終了を検出する方法はあるものの（例えば、特許文献2参照）、この方法でもアッシングレートそのものを検出することは困難であり、従って正確な洗浄タイミングを判断することは困難であった。

【0009】

【特許文献1】

特開2002-9050号公報

【0010】

【特許文献2】

特開2001-189305号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

このように従来、酸素を用いることなく水素を含むガスを用いてレジストをアッシングしても、OラジカルほどではないがHラジカルにより低誘電率絶縁膜に変質層を形成させて誘電率を上昇させるという問題があった。また、レジストのアッシングの際に容器の内面にCu等が付着してアッシングレートが低下する問題があった。

【0012】

本発明は、上記事情を考慮して成されたもので、その目的とするところは、水素を含むガスを用いたプラズマ処理によるレジストのアッシングなどに適用でき、処理容器内の水素原子濃度を減少させることができ、水素原子による低誘電率絶縁膜の変質を抑制することができるプラズマ処理装置及び半導体製造装置を提供することにある。

【0013】

また、本発明の他の目的は、アッシングレートの変動や処理容器の洗浄タイミングを検知することのできるプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

(構成)

上記課題を解決するために本発明の態様は、次のような構成を採用している。

【0015】

即ち、被処理基体に対してプラズマ処理を施すためのプラズマ処理装置において、プラズマ処理に供される被処理基体が収容される容器と、この容器内に水素を含むガスを導入する手段と、前記容器内で放電を生起してプラズマを生成する手段と、前記容器内の一部に設けられた、水素原子と還元反応を生じる金属酸化物構造体とを具備してなることを特徴とする。

【0016】

また、被処理基体に対してプラズマ処理を施すためのプラズマ処理装置において、被処理基体が収容される容器と、この容器内に所定のガスを導入する手段と、前記容器内で放電を生起してプラズマを生成する手段と、前記容器内のプラズ

マ中の水素原子による発光の強度をモニタする手段と、を具備してなることを特徴とする。

【0017】

さらに、表面にレジストパターンを有する被処理基体が収容された容器内に所定のガスを導入すると共に、該容器内で放電によるプラズマを生成し、被処理基体のレジストパターンをアッシングするプラズマ処理方法であって、初期状態からの水素原子の発光強度の変動をフォトセンサでモニタし、このモニタ出力に基づいて前記レジストのアッシングレートの変動又は前記容器の洗浄タイミングを検出することを特徴とする。

【0018】

(作用)

本発明の態様によれば、容器内の一部に水素原子と還元反応を生じる金属酸化物構造体を設けることにより、プラズマによって生成された水素原子を金属酸化物構造体の酸化物との反応によって消費させることができる。このため、プラズマ中の水素原子濃度を減少させることができ、レジストのアッシング等に伴う低誘電率絶縁膜の変質を抑制することが可能となる。

【0019】

また、レジストのアッシングレートがプラズマ中の水素原子濃度に比例することから、容器内のプラズマ中の水素原子による発光の強度をモニタすることにより、アッシング中にもそのレートを検出することができる。従って、モニタ出力に基づいてアッシングレートの変動や処理容器の洗浄タイミングを検知することが可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

【0021】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係わるプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

【0022】

図中10は真空処理容器であり、この容器10内に下部電極11と上部電極12が対向配置されている。下部電極11はウェハステージを兼ねるものであり、この下部電極11上に半導体ウェハ等の被処理基板13が載置される。下部電極11には13.56MHzの高周波電源14が接続され、上部電極12は接地されており、これらの電極11、12間に高周波電力を印加することにより放電が生起されるものとなっている。

【0023】

容器10にはガス導入口15とガス排出口16が設けられている。ガス導入口15からは、水素原子を含むガスが所定の流量に調整されて導入される。ガス排出口16には、開度調整バルブ17を介して真空ポンプ18が接続され、これらにより容器内10が所定の圧力に制御される。

【0024】

容器10内に導入されたガスは、電極11、12間の放電により励起され、これによってウェハステージ11の上方にプラズマが生成される。容器10の壁面には窓19が設けられており、プラズマの発光分光測定が行えるようになっている。また、容器10の内部材料は、通常、励起されたガス種と反応を起こさないようにアルマイトや石英等が用いられている。

【0025】

ここまでの構成は従来装置と基本的に同様であるが、本装置ではこれに加えて、容器10の内壁面に水素原子と還元反応を生じる金属酸化物構造体として、リング状部材20が取着されている。このリング状部材20は、Cuをコーティングした金属片で形成され、表面が酸化されている。即ち、リング状部材20の表面はCu酸化物となっている。容器10の水平方向断面が円形の場合はリング状部材20も円形にすれば良く、容器10の水平方向断面が矩形の場合はリング状部材20も矩形にすればよい。

【0026】

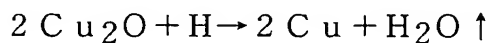
上記の装置を用いて、プラズマを生成させると共に発光分光測定を行った。まず、リング状部材20の無い状態、即ち従来装置と同じ構成で、容器10内にN

H₃ ガス 200 sccm を導入し、圧力を 30 Pa、高周波パワー 600 W を印加してプラズマを生成させ発光分光測定を行った。その結果、水素原子が多量に生成されていることが分かった。この条件でのレジストアッシングレートは約 250 nm/min であった。

【0027】

次に、処理容器 10 の内壁に表面にリング状部材 20 を設置した状態で、上記と同じ条件で発光分光測定を行った結果、水素原子濃度は大幅に低下した。このときのレジストアッシングレートは約 200 nm/min と 2 割低下した。水素原子の発光強度をリング状部材 20 の有無で比較するとリング状部材 20 無しを 1 としたときにリング状部材 20 有りでは約半分になった。Cu 表面は Cu 酸化物 (Cu₂O) を形成しているが、水素原子により還元され以下の反応が起こったと考えられる。

【0028】



水素原子の減少はレジストのアッシングレートの低下を招くが、レジストとの反応は主に NH_x 等のイオンによるものが支配的であるため、水素原子濃度は半減したにも拘わらず、レジストアッシングレートは 2 割程度の低下になったと考えられる。

【0029】

なお、金属酸化物構造体は図 1 に示すような構造のリング状部材 20 に限るものではなく、図 8 に示すような円筒状部材 80 であっても良い。この円筒状部材 80 は、電極 11, 12 間の領域を囲むように容器 10 の内面に密着して固定されるもので、ガス導入口 15 の部分には貫通孔 81 が設けられ、窓 19 の部分には貫通孔 82 が設けられている。そして、円筒状部材 80 の内面には Cu がコーティングされている。ここでは、容器 10 の水平方向断面が円形であるとして金属酸化物構造体を円筒形状にしたが、容器 10 の水平方向断面が矩形の場合は、金属酸化物構造体を矩形筒状にすればよい。

【0030】

このような構成であれば、円筒状部材 80 を電極 11, 12 間にわたって設け

ることにより、電極 1 1, 1 2 間に位置する容器 1 0 の内面に突起が生じるのを実質的に防止できる。このため、金属酸化物構造体の形状そのものがプラズマに与える影響を少なくできる。さらに、金属酸化物構造体のプラズマに接する表面積が大きくなるため、水素原子低減に大きな効果を発揮できる。

【0 0 3 1】

図 2 は、低誘電率絶縁膜を用いたウェハの構造及びビアホールの形成工程を示す断面図である。

【0 0 3 2】

図 2 (a) は、最上層にレジストパターンが形成された状態である。即ち、絶縁膜 2 1 の表面部に C u 配線 2 2 が埋め込み形成された基板上に、C u 拡散防止膜として S i C 膜 2 3 が成膜され、その上に比誘電率が 2. 8 以下、好ましくは 2. 5 以下程度の低誘電率絶縁膜 2 4 が形成されている。この低誘電率絶縁膜 2 4 には、例えばポリメチルシロキサンなどの有機シリコン酸化膜や、ポリアリーレンエーテルなどの有機膜を用いることができる。そして、低誘電率絶縁膜 2 4 上に T E O S 膜 2 5 が形成され、その上に所望パターンのレジスト 2 6 が形成されている。ここで、T E O S 膜 2 5 は、レジストアッシングの際の表面からの変質を防ぐためのものである。この絶縁膜 2 5 はパターン形成後、バリアメタルを介して C u 膜が堆積された後、CMP の際に削り取られ除去することができるため、誘電率の高い材料であっても問題ない。

【0 0 3 3】

図 2 (b) は、レジスト 2 6 をマスクに T E O S 膜 2 5 及び低誘電率絶縁膜 2 4 をドライエッチングにより加工し、ビアホールのパターンを形成した状態である。図 2 (c) は、レジスト 2 6 をプラズマ処理によるアッシングによって剥離した状態である。

【0 0 3 4】

先に記述したプラズマ処理装置を用いて、図 2 (b) から (c) へのレジスト剥離を行った。変質層の量を調べるためにアッシング後、有機成分が抜け酸化された層を 1 : 1 0 0 の希弗酸溶液に 1 0 s e c 浸すことによって溶解した。アッシングは先に説明したのと同じ条件で行い、レジストのアッシング時間はアッシ

ングレートから 5 0 0 n m 相当のレジストがアッシングされる時間を算出して決定した。

【 0 0 3 5 】

希弗酸処理前後で低誘電率絶縁膜の削れ量を調べると、リング状部材 2 0 無しの場合 1 5 n m であったがリング状部材 2 0 有りでは 8 n m と少ないことが分かった。リング状部材 2 0 有りではリング状部材 2 0 無しに比して、水素原子濃度の減少によりレジストアッシングレートが 2 割低下したためアッシング時間は 2 5 % 増加したが、低誘電率絶縁膜に対する変質量はほぼ半分になった。この結果から、低誘電率絶縁膜の変質の抑制にはプラズマ中の水素原子濃度を低減することが重要であることが明らかとなった。

【 0 0 3 6 】

このように本実施形態によれば、プラズマ中の水素原子と還元反応を生じる C u 等の金属酸化物構造体 2 0 を容器 1 0 内に設けることにより、プラズマ中に生成された水素原子が金属酸化物との還元反応により消費され、処理容器 1 0 内の水素原子濃度が減少する。その結果、レジストのアッシング処理において、水素原子による低誘電率絶縁膜の変質を抑えることができる。

【 0 0 3 7 】

なお、金属酸化物構造体 2 0 は C u 酸化物に限るものではなく、水素原子と還元反応を起こすものであれば何でも良い。また、金属酸化物構造体 2 0 の設置位置はプラズマの近傍であれば何処でも効果が期待できるが、下部電極周辺等のイオンスパッタリングが存在するような場所では金属酸化物構造体 2 0 がスパッタされ、ウェハへ 1 3 の汚染が懸念されるため好ましくない。また、金属酸化物構造体 2 0 を設ける代わりに、容器 1 0 内のパーツの一部に C u や A g 等の金属材料を直接コーティングしたうえで、その表面を酸化しても良い。

【 0 0 3 8 】

また、本実施形態は必ずしもレジストのアッシングに限るものではなく、次に述べるカーボンのアッシングに適用することも可能である。図 3 は、CMP を利用する埋め込み配線用溝の形成方法を説明するための工程断面図である。

【 0 0 3 9 】

前記図 2 (c) に示す状態の後に、図 3 (a) に示すように、ビアホールを埋め込むように T E O S 膜 2 5 上にカーボン膜 3 1 を堆積し、その上に S O G 膜 3 2 を形成し、更にレジスト 3 3 のパターンを形成した。

【0040】

次いで、図 3 (b) に示すように、レジスト 3 3 をマスクに R I E で S O G 膜 3 2 を選択エッチングし、続いて図 3 (c) に示すように、S O G 膜 3 2 をマスクにカーボン膜 3 1 を選択エッチングする。この状態では、ビアホール内にカーボン膜 3 1 は一部残っている。

【0041】

次いで、図 3 (d) に示すように、S O G 膜 3 2 とカーボン膜 3 1 をマスクに T E O S 膜 2 5 を選択エッチングし、更に低誘電率絶縁膜 2 4 の表面部を選択エッチングする。このとき S O G 膜 3 2 は T E O S 膜 2 5 のエッチング中に消失し、低誘電率絶縁膜 2 4 のエッチング後はカーボン膜 3 1 のみが表面に残る。

【0042】

次いで、図 3 (e) に示すように、カーボン膜 3 1 をアッシングにより除去する。このカーボン膜 3 1 の除去の際に低誘電率絶縁膜 2 4 が露出しており、本実施形態のプラズマ処理装置を用いると有効となるのである。

【0043】

(第 2 の実施形態)

図 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係わるプラズマ処理装置を示す概略構成図である。なお、図 1 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【0044】

基本的な構造は図 1 と同様であるが、リング状部材 2 0 としての C u 片は設けられていない。そして、容器 1 1 の壁面の一部に、プラズマの発光をモニタするためのフォトセンサ 4 1 が設置され、この検出出力は信号処理回路 4 2 に供給されている。ここで、フォトセンサ 4 1 は、水素原子の発光波長の中で最も大きな変化の見られた 6 5 6 n m の波長を検出するものである。

【0045】

このような構成であれば、フォトセンサ 41 で検知された発光強度を信号として取り込み、信号処理回路 42 により処理することにより、プラズマの発光強度をモニタすることが可能である。水素の発光は波長 656 nm, 486 nm 等があり、この波長の発光強度をフォトセンサ 41 でモニタすることにより水素原子濃度の増減が分かる。処理容器 10 内がクリーンな状態でプラズマを生成させ、その時の水素原子の発光強度を記憶させておく。その後、ウェハ処理を行い適宜水素原子の発光強度をモニタすることで、レート変動や洗浄のタイミングを知ることができる。

【0046】

図 5 は、上記のプラズマ処理装置を用いて、Cu 配線が形成されたウェハのレジスト剥離処理を行ったときの様子を説明するためのもので、NH₃ プロセスでの放電時間とレジストアッシングレート及び水素原子濃度との関係を示す図である。アッシング条件は、NH₃ 流量 200 sccm、圧力 30 Pa、RF パワー 600 W、温度 25℃とした。

【0047】

通常、レジストのアッシングレートの管理は定期的にレジストウェハをアッシングして膜厚測定若しくはフォトセンサを利用したエンドポイントモニタによりレートを算出して毎回比較を行う QC 管理を行っている。しかし、本実施形態では水素原子濃度をモニタするだけでレートの変動を調べることができ、QC のためのウェハを消費することがない。また、従来の QC では長期的な変動をモニタすることはできるが、LOT 毎といった短期的な変動を捕らえることが難しいが、本実施形態では知りたいときにモニタが可能である。

【0048】

まず、処理容器 10 内に Cu 等の汚染がないクリーンな状態（Cu ウェハの処理をしていない若しくは洗浄直後）でのレジストアッシングレートと水素原子の発光強度を測定した。その後、後述するような外周部に Cu の露出があるウェハ上のレジスト剥離処理を行い、累積の放電時間が 6 h, 12 h, 24 h になった時にレジストアッシングレートと発光強度を測定した。レジストアッシングレートはウェハ処理前には約 250 nm/min であったが、放電時間 6 h 後には約

200 nm/minまで低下し、それ以上は放電時間を延ばしてもレートは低下しなかった。発光強度は処理前の値を1とすると放電時間6 hで約0.6まで急激に減少し、それ以上はあまり変化しなかった。

【0049】

このようにレジストアッシングレートは水素原子の発光強度の変化と相関があることが分かった。24時間放電後、処理容器10を大気開放し確認したところ、処理容器10内のパーツにCuの付着が見られた。外周部にCuの露出があるウェハを連続的に処理したことにより、処理容器10の内部にCuが付着しそのCuによって水素原子が消費されレートが低下したことが確認できた。

【0050】

ここでは、発光強度の測定は処理容器10内に被処理基板としてのSiウェハを設置した状態で行ったが、レジストウェハやレジストを形成していないSiウェハを用いても同様の発光強度の変化が見られる。可能であれば、特にウェハを処理容器10内に設置しないで放電を行ってもよい。

【0051】

この実験では、周辺部にCu露出があるウェハのみを同条件で連続的に処理しているが、実際にはCuの露出量の異なるウェハを様々な条件で処理するため、レートが低下するまでの放電時間はその時々によって異なる。また、Cuの付着により急激なレート低下が生じた場合、週1回程度の定期的なQCでは直ぐに対応することができず、レジスト残りが発生するという問題が生じる。本実施形態では、水素原子濃度をモニタすることによりレートの変動を迅速に検知することができ、QCのためのウェハが不要になる。

【0052】

図6は、上記のプラズマ処理装置を用いて、Cu配線が形成されたウェハのレジスト剥離処理を行ったときの様子を説明するためのもので、O₂ プロセスでの放電時間とレジストアッシングレート及び水素原子濃度との関係を示す図である。アッシング条件は、O₂ 流量150 sccm、圧力30 Pa、RFパワー500 W、温度25℃とした。

【0053】

O_2 のように水素原子を含まないガスを用いたアッシングでも、 NH_3 の場合と同様にモニタが可能である。処理容器 10 内に何も置かずに O_2 プラズマを生成すると、酸素原子の発光のみが観測され水素原子の発光は見られない。しかし、処理容器 10 内にレジスト剥離処理の行われる被処理基板としての Si ウェハやレジストウェハを設置し O_2 プラズマを生成した場合には、水素原子の発光が見られる。これは、O ラジカルによりレジストがアッシングされ、レジスト膜中に含まれる水素原子がプラズマ中に放出されたことによる。

【0054】

このように、処理容器 10 内に被処理基板としての Si ウェハやレジストウェハを設置した状態で水素原子の発光強度をモニタすることにより、 O_2 プラズマのように水素原子を含まないガスを用いたプラズマでのアッシングレート低下も検知することが可能である。

【0055】

図 7 は、周辺部に Cu 露出があるウェハの断面構造を示す図である。前記図 2 及び図 3 に示すプロセスで、埋め込み配線用の溝を形成した状態は図 7 (a) のようになる。この後、Cu 等の配線材料を埋め込み形成することになるが、Cu の堆積の後に CMP を行くと、ウェハ周辺部で低誘電率絶縁膜が剥がれやすくなる。これを防止するために、図 7 (b) に示すように、ビアホール及び配線部分は勿論のこと、ウェハ周辺部にも Cu 膜 71 を残すことが行われる。この後、図 7 (c) に示すように、更に上層の SiC 膜 73、低誘電率絶縁膜 74、TEOS 膜 75 の形成及び配線用溝の形成を行うことになるが、このプロセスは図 2 及び図 3 に示すプロセスと同様である。ここで、上層の配線用溝を形成した状態では、最上層にレジスト又はカーボン膜 76 が残っている。従って、このレジスト又はカーボン膜 76 をアッシングにより剥離する際には、ウェハ周辺部に Cu 膜 71 が存在していることになり、本実施形態のプラズマ処理装置を用いると有効となるのである。

【0056】

(変形例)

なお、本発明は上述した各実施形態に限定されるものではない。実施形態では

、金属酸化物構造体としてCuやAgの酸化物を用いたが、水素原子と還元反応を生じる金属酸化物であれば使用することができる。また、第1の実施形態で処理容器内に導入するガスはNH₃に限るものではなく、水素を含むものであれば良く、例えばH₂やCH₄を用いることも可能である。

【0057】

また、放電を生起するための構成は何ら限定されるものではない。実施形態では平行平板型の電極を用いたが、試料載置の電極に対向する対向電極として容器自体を用いることも可能である。さらに、本発明は必ずしもレジストやカーボン膜のアッシングに限るものではなく、ドライエッチングや成膜に適用することも可能である。

【0058】

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【0059】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、処理容器内に水素原子と還元反応を生じる金属酸化物構造体を設けることにより、水素を含むガスを用いたプラズマ処理を施す際において、処理容器内の水素原子濃度を減少させることができ、水素原子による低誘電率絶縁膜の変質などを抑制することができる。

【0060】

また本発明によれば、処理容器内のプラズマ中の水素原子による発光の強度をモニタすることにより、アッシングレートの変動や処理容器の洗浄タイミングを検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施形態に係わるプラズマ処理装置を示す概略構成図。

【図2】

第1の実施形態においてアッシングに使用したウェハ構造を示す断面図。

【図3】

第 1 の実施形態において、レジストアッシングに続く配線用溝形成工程を示す断面図。

【図 4】

第 2 の実施形態に係わるプラズマ処理装置を示す概略構成図。

【図 5】

NH₃ プロセスでの放電時間とレジストアッシングレート及び水素原子濃度との関係を示す図。

【図 6】

O₂ プロセスでの放電時間とレジストアッシングレート及び水素原子濃度との関係を示す図。

【図 7】

第 2 の実施形態においてアッシングに使用したウェハ構造を示す断面図。

【図 8】

プラズマ処理装置に用いる金属酸化物構造体の別の例を示す図。

【符号の説明】

- 1 0…真空容器
- 1 1…下部電極（ウェハステージ）
- 1 2…上部電極
- 1 3…ウェハ（被処理基体）
- 1 4…高周波電源
- 1 5…ガス導入口
- 1 6…ガス排出口
- 1 7…開度調整バルブ
- 1 8…真空ポンプ
- 1 9…窓
- 2 0…リング状部材（金属酸化物構造体）
- 2 1…絶縁膜
- 2 2…Cu 配線
- 2 3, 7 3…SiC 膜

2 4 , 7 4 …低誘電率絶縁膜

2 5 , 7 5 …T E O S 膜

2 6 , 3 3 …レジスト

3 1 …カーボン膜

3 2 …S O G 膜

4 1 …フォトセンサ

4 2 …信号処理回路

7 1 …C u 膜

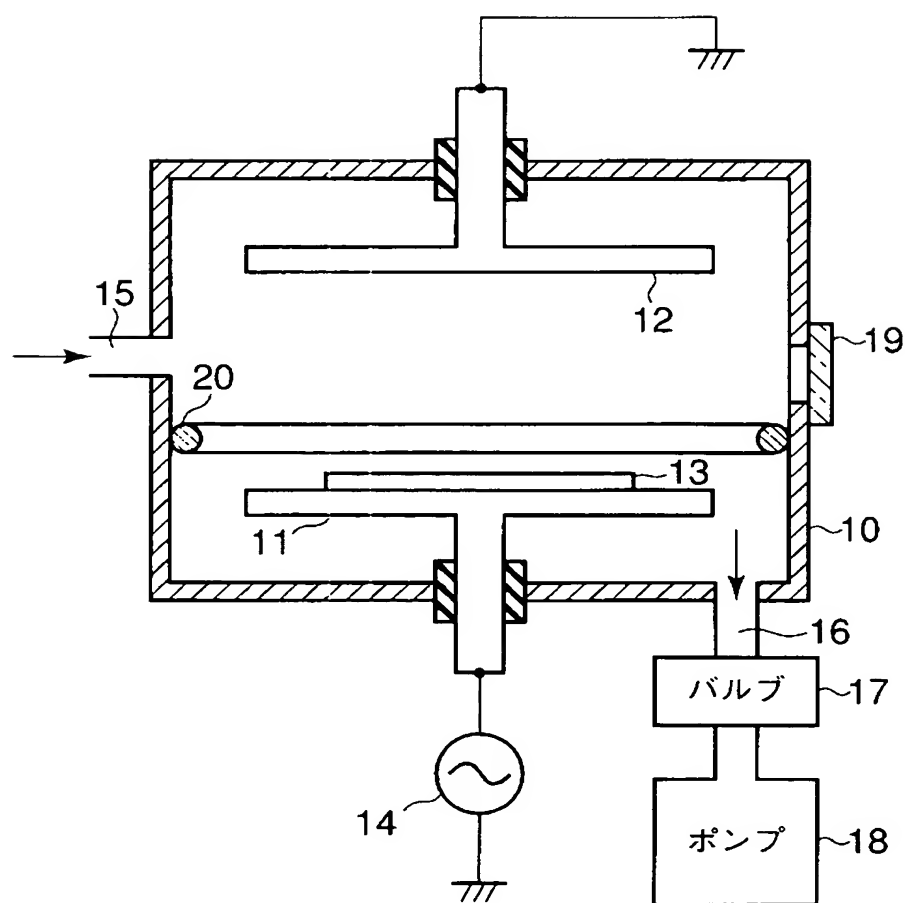
7 6 …レジスト又はカーボン膜

8 0 …円筒状部材（金属酸化物構造体）

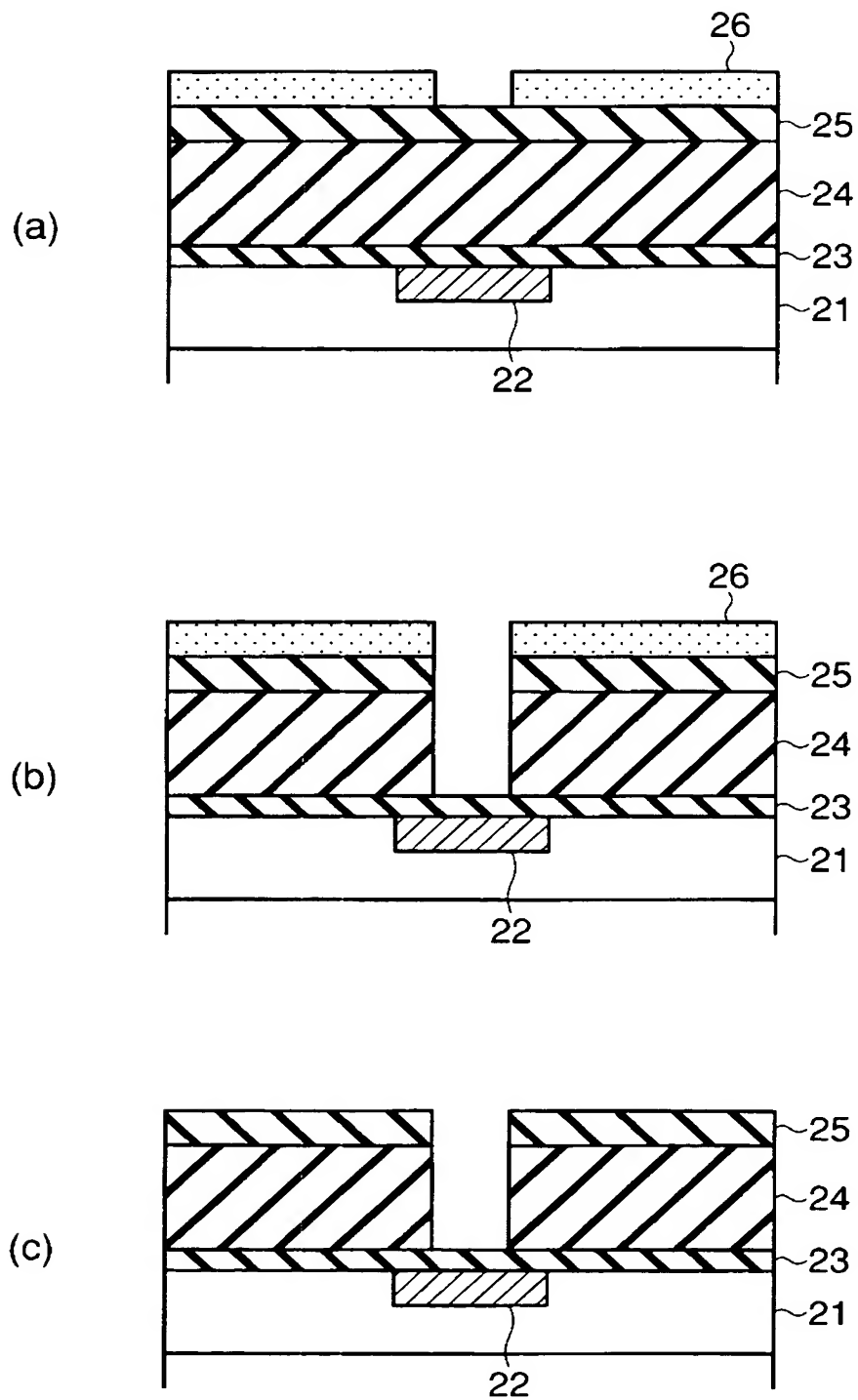
【書類名】

図面

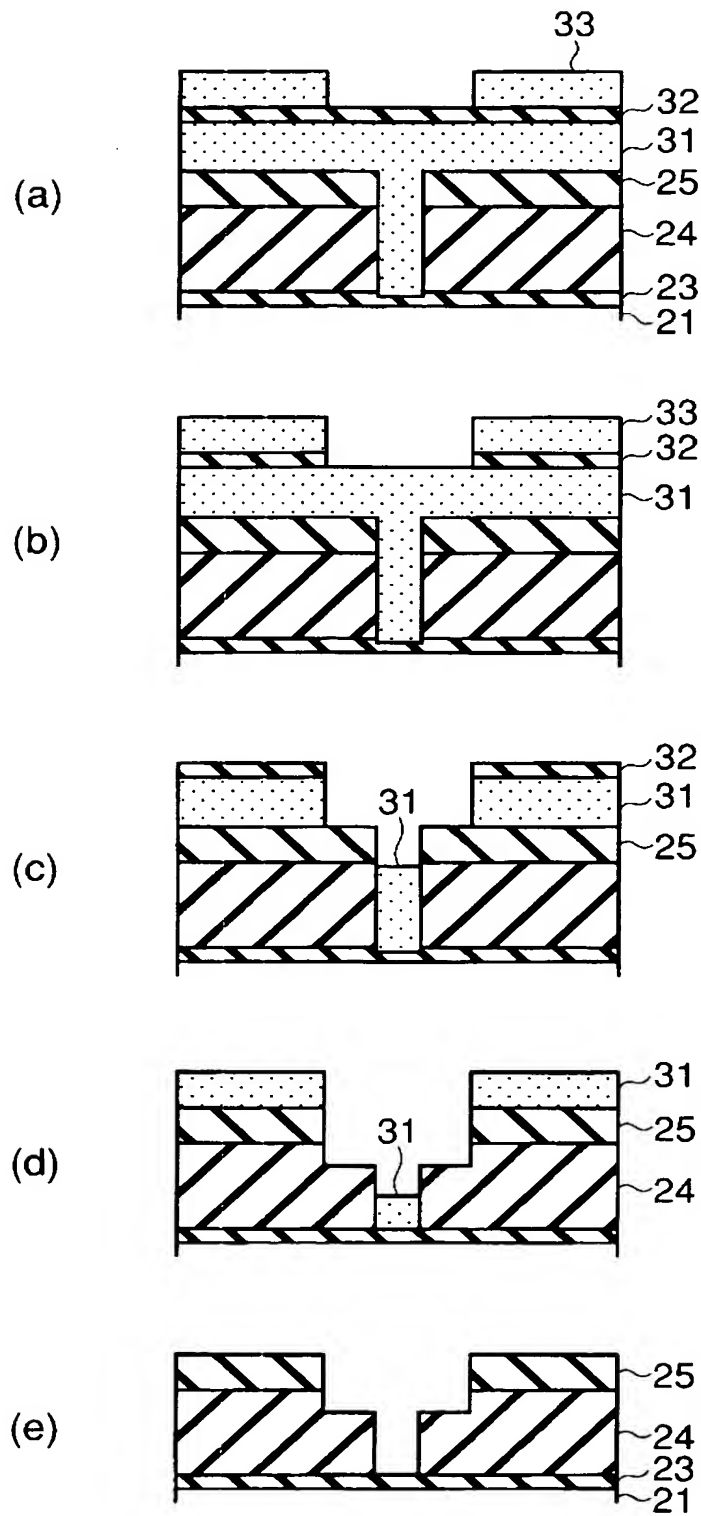
【図 1】



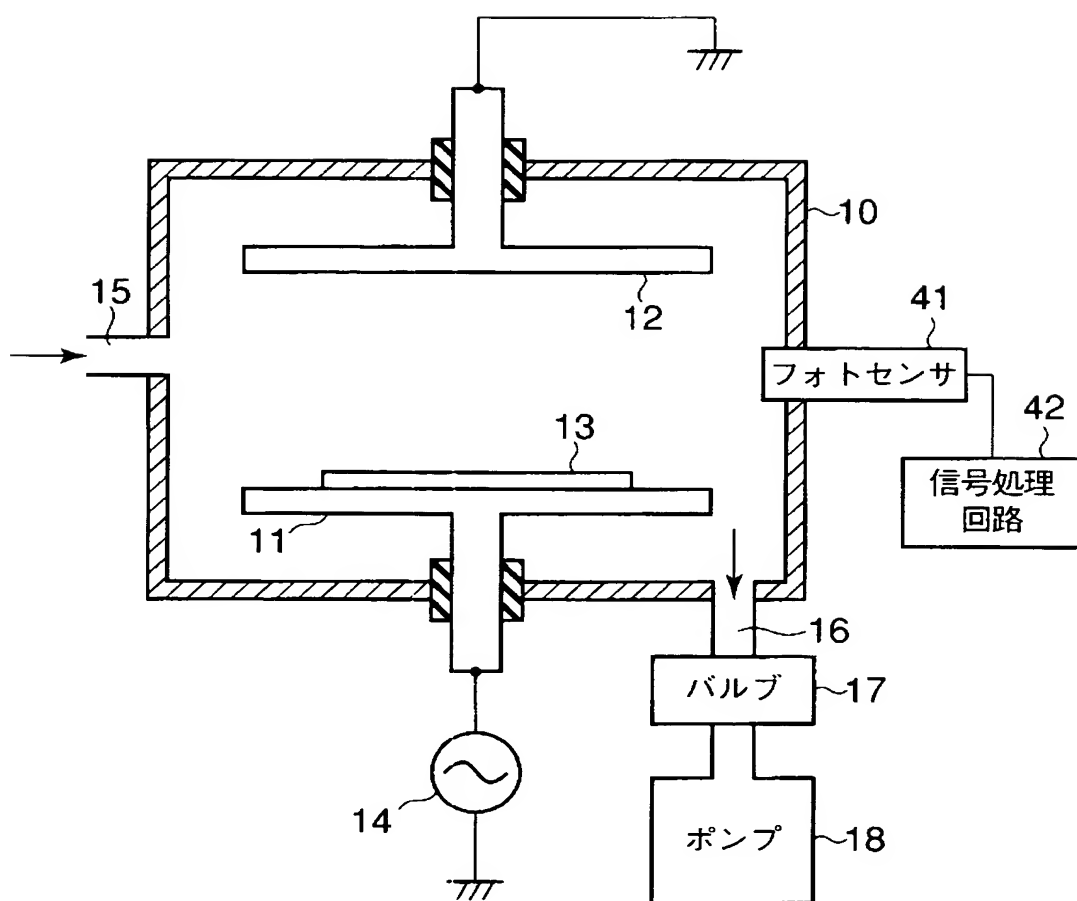
【図 2】



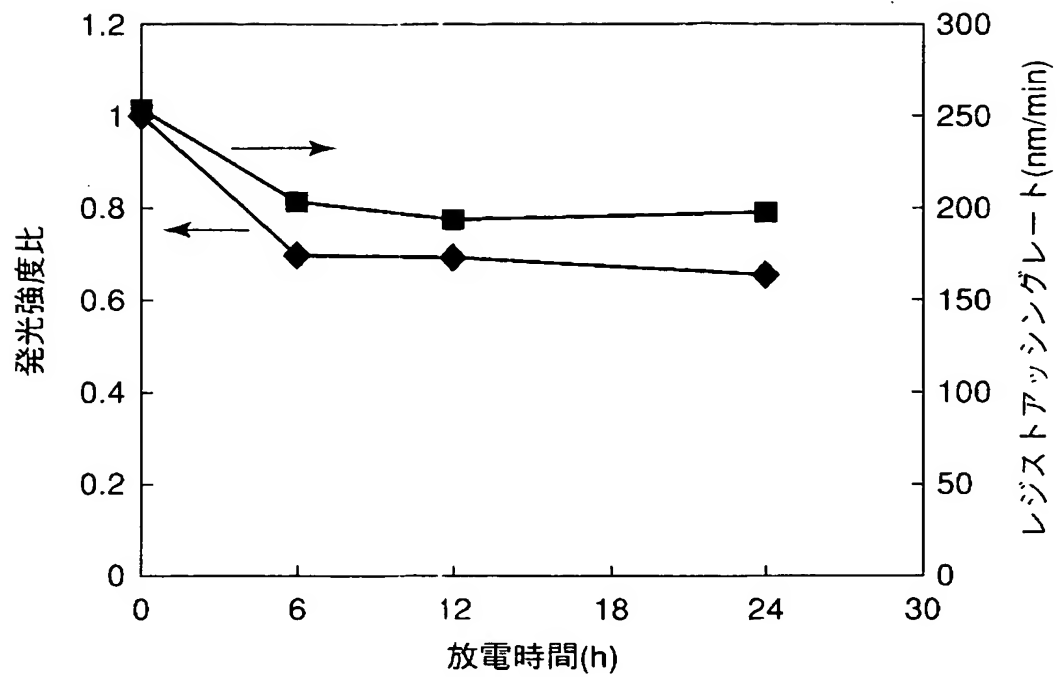
【図 3】



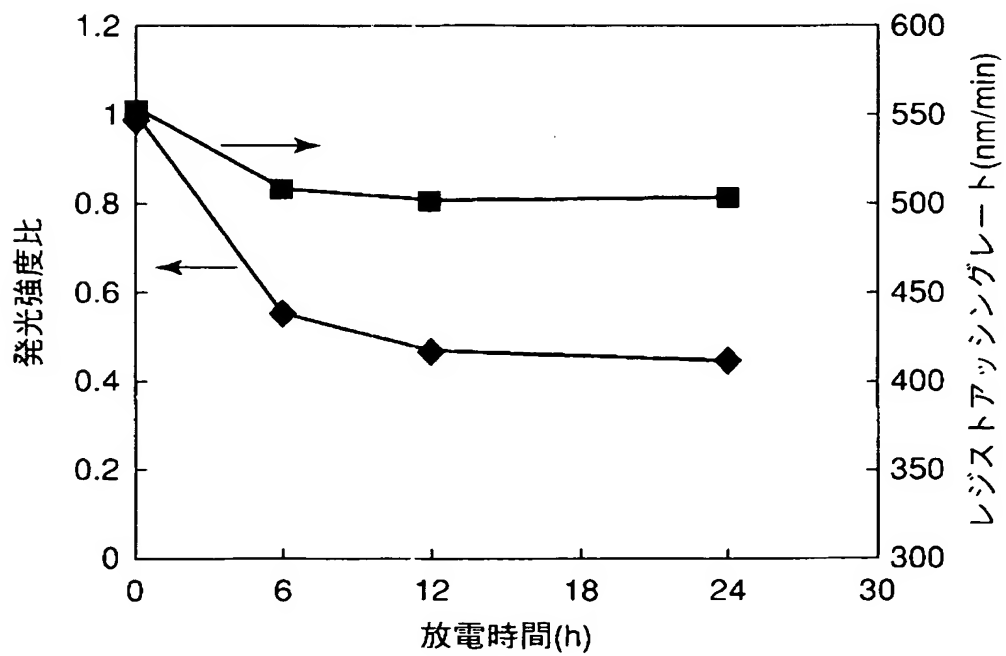
【図 4】



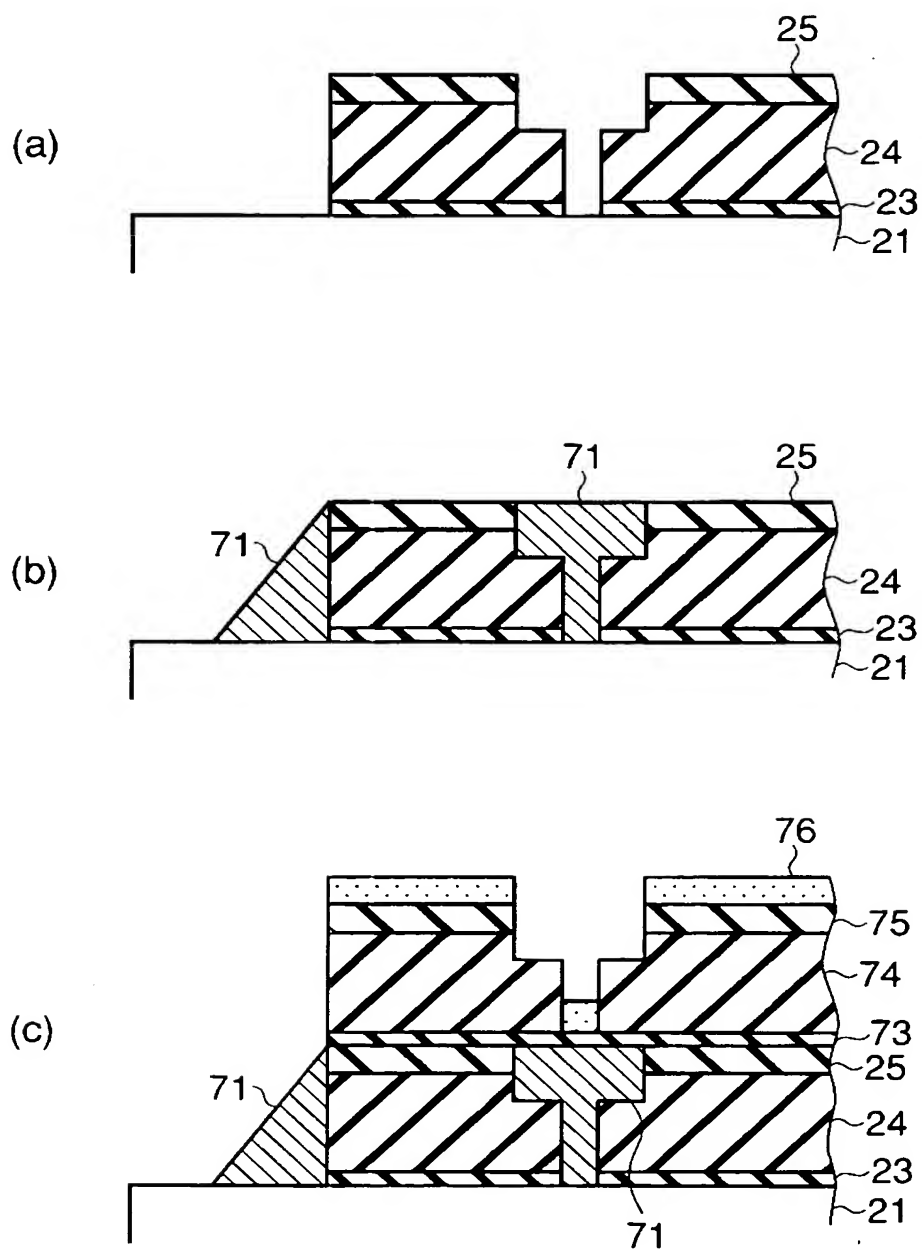
【図 5】



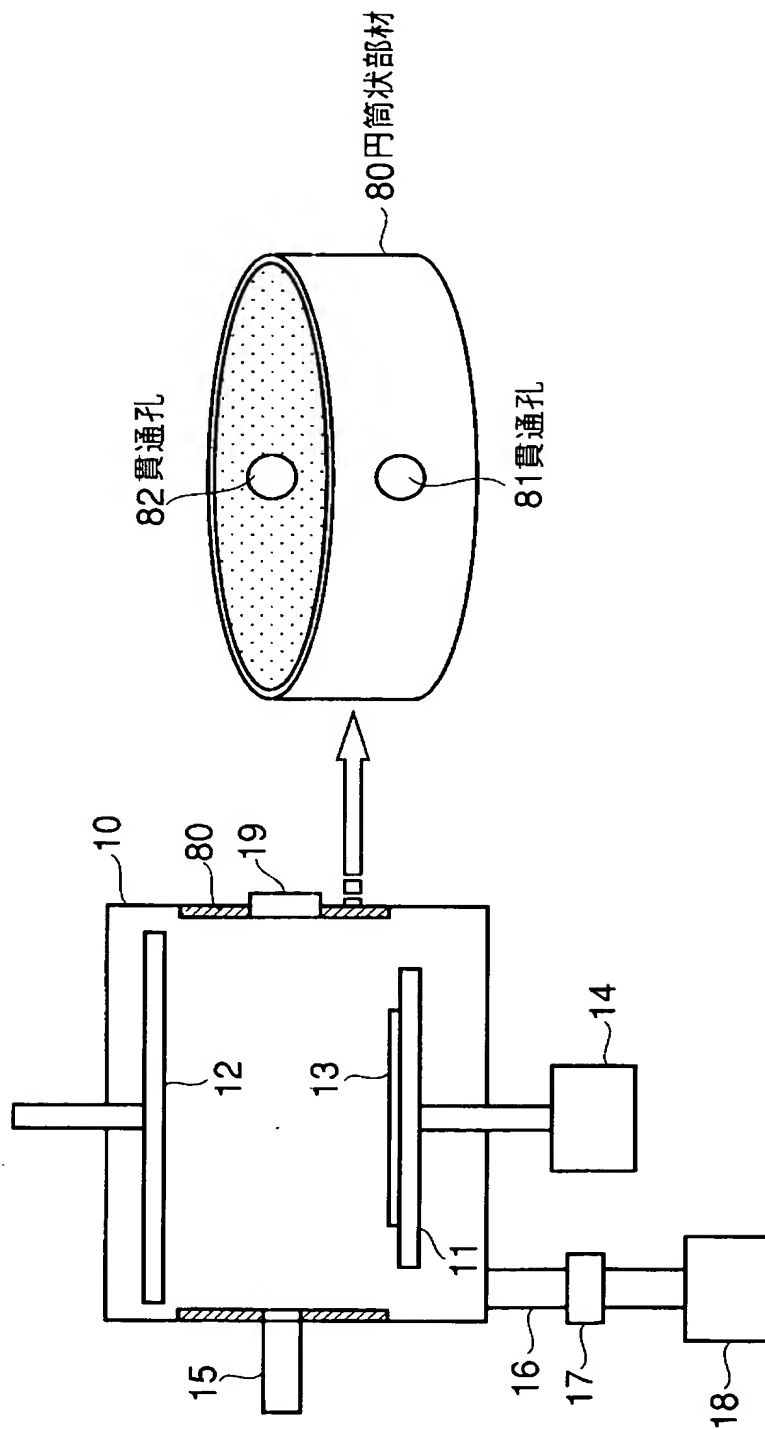
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 水素を含むガスを用いたプラズマ処理によるレジストのアッシングにおいて、処理容器内の水素原子濃度を減少させることができ、水素原子による低誘電率絶縁膜の変質を抑制する。

【解決手段】 処理容器 1 0 内に対向配置された平行平板電極 1 1, 1 2 と、容器 1 0 内に NH_3 ガスを導入するためのガス導入口 1 5 と、電極 1 1, 1 2 間に高周波電力を印加するための高周波電源 1 4 とを備え、電極 1 1 上に表面にレジストのパターンが形成されたウェハ 1 3 を載置し、電極 1 1, 1 2 間の放電によりガスを励起して生成されるプラズマによって、ウェハ 1 3 のレジストをアッシングするプラズマ処理装置において、容器 1 0 内の内壁面に、水素原子と還元反応を生じる Cu 酸化膜からなるリング状部材 2 0 を設けた。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 3 6 9 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 7 8]

- | | |
|-----------|-------------------------|
| 1 . 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 2 2 日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地 |
| 氏 名 | 株式会社東芝 |
| 2 . 変更年月日 | 2 0 0 1 年 7 月 2 日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 |
| 氏 名 | 株式会社東芝 |